

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**PRIORITY
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

REC'D 19 NOV 2003

WIPO -PCT

EP03/11449

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung****Aktenzeichen:** 102 61 767.8**Anmeldetag:** 19. Dezember 2002**Anmelder/Inhaber:** Hydac Electronic GmbH, Saarbrücken/DE**Bezeichnung:** Vorrichtung und Verfahren zur Kapazitätsmessung sowie Einrichtung zum Ermitteln des Füllstandes einer Flüssigkeit mit einer solchen Vorrichtung**IPC:** G 01 R, G 01 F**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 22. Oktober 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
 Im Auftrag

BEST AVAILABLE COPY

BARTELS und Partner

Patentanwälte

1

BARTELS und Partner · Patentanwälte · Lange Straße 51 · D-70174 Stuttgart

Telefon +49 - (0) 711 - 22 10 91
 Telefax +49 - (0) 711 - 2 26 87 80
 E-Mail: office@patent-bartels.de

BARTELS, Martin Dipl.-Ing.
 CRAZZOLARA, Helmut Dr.-Ing. Dipl.-Ing.

Hydac Electronic GmbH

REC'D 19 NOV 2003

Hauptstr. 27, 66128 Saarbrücken

WIPO PCT

**Vorrichtung und Verfahren zur Kapazitätsmessung sowie Einrichtung zum
Ermitteln des Füllstandes einer Flüssigkeit mit einer solchen Vorrichtung**

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Kapazitätsmessung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie ein entsprechendes Verfahren und eine

- 5 Einrichtung zum Ermitteln des Füllstandes einer Flüssigkeit mit einer solchen Vorrichtung.

Aus dem Stand der Technik, beispielsweise der Veröffentlichung

TOTH, F.N. und weitere: A new capacitive precision liquid-level sensor,

- 10 Digest 1996 Conference on Precision Electromagnetic Measurements,
 Braunschweig, sind gattungsgemäße Vorrichtungen bekannt. Dabei werden parallel zu einer Reihe von hintereinander angeordneten Meßelektroden einseitig oder beidseitig benachbart langgestreckte Schutz- und Bezugspotential-Elektroden („guard“ und „ E_0 “) angeordnet. Eine Kapazitäts- und damit letztlich Füllstandsmessung erfolgt durch Messung der Kapazität zwischen den einzelnen Meßelektroden und der gegenüberliegenden langgestreckten Bezugspotential-Elektrode.

Derartige Vorrichtungen erfordern einen hohen Verschaltungsaufwand und

- 20 damit hohe Herstellungs- und Montagekosten. Daneben müssen besondere

Vorkehrungen getroffen werden, um eine hohe Auflösung bei geringer Empfindlichkeit für Störsignale zu erreichen.

- Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung bereitzustellen,
- 5 welche die Nachteile des Standes der Technik überwindet. Außerdem soll ein zugehöriges Verfahren sowie eine entsprechende Einrichtung zum Ermitteln des Füllstandes einer Flüssigkeit in einem Behälter bereitgestellt werden. Die erfindungsgemäße Vorrichtung soll insbesondere kostengünstig in der Herstellung und Montage und dauerhaft zuverlässig im
- 10 Betrieb sein. Die Auflösung und die (Un-)Empfindlichkeit für Störsignale soll weiter optimiert sein.

Diese Aufgabe ist durch die im Anspruch 1 bestimmte Vorrichtung sowie durch das im nebengeordneten Anspruch bestimmte Verfahren und die im

15 ebenfalls nebengeordneten Anspruch bestimmte Einrichtung zum Ermitteln des Füllstandes gelöst. Besondere Ausführungsarten der Erfindung sind in den Unteransprüchen bestimmt.

- Die Aufgabe ist bei einer Vorrichtung zur Kapazitätsmessung mit einer
- 20 Elektrodenanordnung bestehend aus einer Vielzahl von nebeneinander und/oder hintereinander auf einem Träger angeordneten Elektroden, einer eigentlichen Meßeinrichtung zum Messen der Kapazität zwischen einer ersten Elektrode als Meßelektrode und einer zweiten Elektrode als Gegenelektrode, sowie einer steuerbaren Schalteinrichtung zum vorgebbar schaltbaren Verbinden der Elektroden als erste und zweite Elektroden mit der Meßeinrichtung, dadurch gelöst, daß durch die Schalteinrichtung gesteuert abwechselnd jede Elektrode der Elektrodenanordnung als Meßelektrode schaltbar ist und dabei jeweils mindestens eine der weiteren

Elektroden als Gegenelektrode auf ein vorgebares Bezugspotential schaltbar ist.

Vorzugsweise sind die Elektroden auf einer Fläche angeordnet,

- 5 insbesondere auf einer ebenen Fläche. In einer besonderen Ausführungsart sind die Elektroden rechteckförmig und mit ihren Längsseiten nebeneinander angeordnet. Der Abstand der Elektroden ist vorzugsweise möglichst gering, insbesondere kleiner als die Hälfte, und vorzugsweise kleiner als 1/5 des Abstandes von einer Elektrode zur nächsten. Für viele
- 10 Anwendungsfälle ist es vorteilhaft, die Elektroden auf einem flexiblen Träger anzuordnen, beispielsweise auf einer Folie aus Polymerkunststoff wie etwa Polyimid. Besonders vorteilhaft für den flexiblen Träger und/oder für einen Träger gegebenenfalls umgebendes Rohr ist die Verwendung von Werkstoffen, die einen geringen Temperaturkoeffizienten ihrer
- 15 Dielektrizitätszahl aufweist, wie beispielsweise Polypropylen.

Der Elektrodenträger ist vorzugsweise mit den Elektroden in stabiler Anlage an der Innenseite des Rohres festgelegt oder angedrückt. Beispielsweise kann der Elektrodenträger auf eine federelastisch verformbares Innenrohr

- 20 aufgespannt sein, das in das Rohr eingesteckt wird. Zur mechanischen Stabilisierung kann das Innenrohr aufgefüllt werden, insbesondere ausgeschäumt werden.

Vorzugsweise sind die Elektroden nicht nur gegeneinander elektrisch

- 25 isoliert, sondern auch mit einer elektrisch isolierenden Schicht auf dem vom Träger abgewandten Seite abgedeckt. Vorteilhaft ist es, wenn die Elektroden zusammen mit Anschlußleiterbahnen auf dem Träger in Dünn- oder Dickschichttechnik aufgebracht sind. Das Aufbringen kann dabei strukturiert erfolgen, beispielsweise durch Siebdruck oder Stempeln.

Alternativ oder ergänzend dazu kann der Auftrag auch ganzflächig erfolgen und anschließend die ganzflächige Schicht strukturiert werden, beispielsweise unter Verwendung von photolithographischen Strukturierungsverfahren, wie sie beispielsweise aus der

- 5 Halbleitertechnologie oder der Technik hybrider Mikroschaltungen bekannt sind.

- In einer besonderen Ausführungsart weist die Vorrichtung eine Verbindungseinrichtung zum elektrischen Anschließen weiterer Sensoren 10 und/oder zum Verbinden mit der Schalteinrichtung auf. Der Anschluß weiterer Sensoren und/oder der Schalteinrichtung erfolgt vorzugsweise lösbar und/oder erforderlichenfalls dicht gegenüber umgebenden Flüssigkeiten.

- 15 Es können Sensoren vorgesehen werden, die keinen unmittelbaren Kontakt zur Flüssigkeit erfordern, beispielsweise ein Temperatursensor; in diesem Fall kann der Sensor innerhalb des Rohres angeordnet sein, beispielsweise auf dem Elektrodenträger und von den dort vorhandenen Leiterbahnen unmittelbar elektrisch kontaktiert werden.

- 20 Alternativ oder ergänzend können Sensoren vorgesehen sein, die in unmittelbaren Kontakt mit der Flüssigkeit zu bringen sind, beispielsweise ein Viskositätsensor; in diesem Fall muß der Sensor außerhalb des Rohres angeordnet sein, und die elektrische Verbindung erfolgt über eine 25 flüssigkeitsdichte elektrische Durchführung in dem Rohr, insbesondere an dessen Bodenfläche. Vorzugsweise ist eine lösbare Steckverbindung vorgesehen.

Weitere Sensoren können beispielsweise Sensoren für Feuchtigkeit, Druck oder dergleichen sein, oder auch ein zusätzlicher kapazitiver Sensor, mit dem ein die Vorrichtung umgebendes Medium hinsichtlich dessen Dielektrizitätszahl untersucht wird. Vorzugsweise sind auch die

- 5 Anschlußleiterbahnen für die zusätzlichen Sensoren auf dem Träger der Vorrichtung angebracht.

Weiterhin können auch mindestens Teile der steuerbaren Schalteinrichtung oder auch der Meßeinrichtung auf dem Träger der Vorrichtung angeordnet

- 10 sein. Grundsätzlich ist es auch möglich, als Träger für die Elektrodenanordnung das gleiche Substrat zu verwenden, wie es für die Schalteinrichtung und/oder Meßeinrichtung verwendet wird. Der Grad der Integration der Bauelemente richtet sich letztlich nach dem jeweiligen Anwendungsfall ebenso wie nach den Anforderungen an die Baugröße der
- 15 Vorrichtung, für die es bedingt durch die Funktion der Vorrichtung untere und/oder obere Grenzen geben kann.

In einer besonderen Ausführungsart der Erfindung ist das vorgebbare Bezugspotential das Massepotential der Meßeinrichtung. Dadurch lassen

- 20 sich auf schaltungstechnisch besonders einfache und gleichzeitig sehr genaue Weise die Kapazitätswerte der geschalteten Elektroden messen.

Vorzugsweise wird für die Meßeinrichtung das sogenannte „charge transfer“ Verfahren eingesetzt. Übliche Werte der zu messenden Kapazität,

- 25 beispielsweise bei der Verwendung der erfindungsgemäßien Vorrichtung als Füllstandssensor, liegen im Bereich von Bruchteilen eines pF bis einige Hundert pF, können aber in Abhängigkeit des Mediums, insbesondere dessen Dielektrizitätszahl, und/oder der Elektrodenflächen und Elektrodenabstände darüber oder darunter liegen.

Vorzugsweise werden alle Elektroden, die nicht als Meßelektroden geschaltet sind, auf das Bezugspotential geschaltet, insbesondere auf Massepotential. Im Falle eines Füllstandssensors ist es außerdem vorteilhaft,

- 5 auch die Flüssigkeit und/oder mindestens einen Teil der Wand des Behälters auf dieses oder ein anderes vorgebares Bezugspotential zu schalten.

Alle Elektroden weisen vorzugsweise eine im wesentlichen identische

- 10 Kontur und Fläche auf. Vorzugsweise sind alle Elektroden im wesentlichen äquidistant zueinander und/oder zu den Anschlußleitungen angeordnet.

Dadurch ergibt sich nicht nur eine vereinfachte Herstellung der Vorrichtung, sondern die gemessenen Kapazitätswerte und Kapazitätsänderungen sind auch grundsätzlich in der gleichen

- 15 Größenordnung. Gerade beim abwechselnden Durchschalten erweist es sich darüber hinaus als vorteilhaft, daß durch die Gleichartigkeit der Elektroden die Zuverlässigkeit der Vorrichtung erhöht ist. Außerdem ist durch die erfindungsgemäß nicht erforderliche langgestreckte und großflächige Bezugspotential-Elektrode der Flächenbedarf der

- 20 Elektrodenanordnung deutlich herabgesetzt, oder es können die Elektroden bei gleichem Flächenbedarf größer sein, wodurch die Meßempfindlichkeit und/oder die Meßgenauigkeit erhöht ist.

Zwecks Erhöhung der Meßgenauigkeit bei vorgegebener Gesamtgröße der

- 25 Vorrichtung ist es auch möglich, daß mehrere, jeweils vorzugsweise nicht unmittelbar benachbarte Elektroden, zu jeweils einer Elektrodengruppe fest verdrahtet verschaltet sind. Durch die Schaltvorrichtung wird abwechselnd jede Elektrodengruppe als Meßelektrode geschaltet und dabei jeweils mindestens eine der weiteren Elektrodengruppen als Gegenelektrode auf

das vorgebbare Bezugspotential geschaltet. Dies entspricht einer Aufteilung der einzelnen Elektroden in verschiedene Teilsegmente. Die fest verdrahtete Verschaltung der Elektroden zu der jeweiligen Elektrodengruppe erfolgt vorzugsweise am Ort der Anschlußleitungen,

- 5 insbesondere jeweils auf Höhe der betreffenden Elektrode, so daß auch hinsichtlich der Anschlußleitungen kein erhöhter Platzbedarf entsteht.

Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Kapazitätsmessung unter Verwendung der vorstehend beschriebenen Vorrichtung. Vorzugsweise ist

- 10 die Schalteinrichtung dabei von einem Mikroprozessor gemäß einem im Mikroprozessor selbst oder in einem Speicherbauelement gespeicherten Steuerprogramm gesteuert.

Außerdem betrifft die Erfindung eine Einrichtung zum Ermitteln des

- 15 Füllstandes einer Flüssigkeit in einem Behälter mit einer vorstehend beschriebenen Vorrichtung. Dabei wird in einer der eigentlichen Meßeinrichtung nachgeordneten Auswerteeinrichtung die gemessene Kapazität mit gespeicherten Referenzwerten verglichen. Diese Referenzwerte können fest vorgegeben und unveränderlich sein, oder es
20 können abhängig von der Anwendung Referenzwerte eingespeichert werden, insbesondere abhängig von der jeweiligen Flüssigkeit, und gegebenenfalls auch abhängig von den Signalen der weiteren Sensoren wie insbesondere der Temperatur. Weiterhin können abgespeicherte Referenzwerte entsprechend einem vorgegebenen Algorithmus an die
25 aktuellen tatsächlichen Randbedingungen wie beispielsweise Temperatur oder Viskosität der Flüssigkeit angepaßt werden.

Vorzugsweise sind die Elektroden auf dem Träger bei einer derartigen Einrichtung in Eintauchrichtung hintereinander angeordnet. Beim Ermitteln

des Füllstandes wird zunächst in einem ersten Schritt anhand von gespeicherten Referenzwerten oder fest vorgegebenen Erwartungswerten eine Klassifizierung der einzelnen Elektroden in „eingetaucht“, „nicht eingetaucht“ und „teilweise eingetaucht“ vorgenommen.

- 5 Das Ergebnis dieser Klassifizierung liefert diskrete Werte, beispielsweise „0“ für „nicht eingetaucht“, „1“ für „teilweise eingetaucht“ und „2“ für „eingetaucht“.

- Anschließend erfolgt ein Interpolationsschritt zur Ermittlung des Füllstandes
- 10 im Bereich der teilweise eingetauchten Elektrode. Die in diesem zweiten, quasi analogen Bestimmungsschritt erreichbare Genauigkeit hängt von der Höhe h der einzelnen Elektroden in Eintauchrichtung sowie auch von dem Kurvenverlauf der Kapazität über dem Füllstand ab.
- 15 Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnungen mehrere Ausführungsbeispiele im Einzelnen beschrieben sind. Dabei können die in den Ansprüchen und in der Beschreibung erwähnten Merkmale jeweils einzeln für sich oder in
- 20 beliebiger Kombination erfindungswesentlich sein.

Fig. 1 zeigt in vereinfachter Darstellung eine erfindungsgemäße Einrichtung,

- Fig. 2 zeigt in vergrößerter Darstellung die Anordnung der Elektroden,
- 25 Fig. 3 zeigt den Verlauf der gemessenen Kapazität gegen Masse über dem Füllstand,
- Fig. 4 zeigt in vergrößerter Darstellung das untere Ende des Trägers,
- Fig. 5 zeigt eine alternative Ausführungsform der Elektrodenanordnung,

Fig. 6 zeigt den Verlauf der gemessenen Kapazität gegen Masse über dem Füllstand für die Ausführungsform der Fig. 5.

Die Fig. 1 zeigt in vereinfachter Darstellung eine erfindungsgemäße

- 5 Einrichtung 1 zum Ermitteln des Füllstandes 2 einer Flüssigkeit 3 in einem Behälter 4 mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 5 zur Kapazitätsmessung mit einer Elektrodenanordnung bestehend aus einer Vielzahl von hintereinander auf einem Träger 6 angeordneten Elektroden E 1 bis En. Die Vorrichtung 5 weist weiterhin auf eine eigentliche
10 Meßeinrichtung 8 zum Messen der Kapazität zwischen einer ersten Elektrode E2 als Meßelektrode und einer zweiten Elektrode E1 als Gegenelektrode. Weiterhin weist die Vorrichtung 5 auf eine steuerbare Schalteinrichtung 7 zum vorgebbar schaltbaren Verbinden der Elektroden E1 bis En als erste und zweite Elektroden E2, E1 mit der Meßeinrichtung 8.

- 15 Die Einrichtung 1 zum Ermitteln des Füllstandes 2 der Flüssigkeit 3 umfaßt weiterhin eine der Meßeinrichtung 8 nachgeordnete Auswerteeinrichtung 9, die aus der von der Vorrichtung 5 gemessenen Kapazität durch Vergleich mit gespeicherten Referenzwerten den Füllstand 2 ermittelt. Dieser
20 Füllstand 2 ist von der Auswerteeinrichtung 9 auf verschiedene und beliebige Weise aus- und weitergebbar, beispielsweise anhand einer digitalen Anzeige 10, einer Sprachausgabe oder eines Warnsignals 11 mittels eines Lautsprechers 12, oder zur Weiterverarbeitung an eine Steuereinheit 13.

- 25 Die steuerbare Schalteinrichtung 7, die Meßeinrichtung 8 und die Auswerteeinrichtung 9 sind vorzugsweise in einem Mikrocontroller oder Mikroprozessor integriert, insbesondere in einem einzigen Halbleiterchip,

einschließlich eines Speichers für Referenz-Kapazitätswerte und für das Steuerprogramm.

- Die Figur 2 zeigt in vergrößerter Darstellung die Anordnung der Elektroden
- 5 E1 bis En; aus Gründen der Übersichtlichkeit ist der Träger 6 nicht dargestellt. Alle Elektroden E1 bis En sind rechteckförmig und parallel zu ihren Längsseiten hintereinander auf dem Träger 6 angeordnet. Die Unterkanten der Elektroden E1 bis En sind mit den Füllstandshöhen h1 bis hn markiert. Der Abstand von zwei beliebigen Elektroden E1 bis En
- 10 beträgt konstant h. Die Verbindungsleitungen L1 bis Ln zu den einzelnen Elektroden E1 bis En werden nach oben zur Meßelektronik, insbesondere zunächst zur Schalteinrichtung 7 geführt. Parallel hierzu laufen weitere Verbindungsleitungen 14, mit denen weitere auf dem Träger 6 angeordnete Sensoren kontaktiert werden können, beispielsweise ein Temperatursensor
- 15 15 am unteren Ende in der Nähe der untersten Elektrode E1.

- In einer bevorzugten Ausführungsform werden die Elektroden E1 bis En und Verbindungsleitungen L1 bis Ln auf einer sogenannten Flexleiterfolie angebracht, d.h. auf einem sehr biegsamen dünnen Substrat. Die
- 20 Flexleiterfolie wird in einem elektrisch isolierenden Rohr angeordnet, das vorzugsweise aus einem Material mit einem Dielektrizitätskoeffizienten mit kleinem Temperaturkoeffizienten besteht, wie beispielsweise Polypropylen. Die Meßeinrichtung 8 bestimmt die Kapazität zwischen jeweils einer ersten Elektrode E2, die als Meßelektrode dient, und mindestens einer weiteren
- 25 Elektrode E1, die auf das Massepotential der Meßeinrichtung 8 gelegt ist. In einer besonderen Ausführungsart werden alle übrigen Elektroden, die nicht als Meßelektrode geschaltet sind, von der Schalteinrichtung 7 auf Massepotential geschaltet.

Vorzugsweise ist jedenfalls die der ersten Elektrode E2 benachbarte, insbesondere nach unten benachbarte Elektrode als zweite Elektrode E1 geschaltet. Weiter vorzugsweise ist auch die Flüssigkeit 3 und/oder jedenfalls eine Wand des Behälters 4 mit dem Bezugspotential verbunden,

- 5 insbesondere nach Masse geschaltet.

Die Kapazität der ganz oder teilweise eingetauchten Elektroden E1 bis E5, die unterhalb des Füllstandes 2 angeordnet sind, ist jedenfalls bei Flüssigkeiten mit einer Dielektrizitätszahl von mehr als eins größer als die

- 10 Kapazität der oberhalb des Füllstandes 2 angeordneten Elektroden E6 bis En. Aus den gemessenen Kapazitäten wird der Füllstand 2 ermittelt.

Die Bestimmung des Füllstandes 2 erfolgt dabei in zwei Schritten: Zunächst erfolgt eine Klassifizierung der Elektroden E1 bis E4 in „eingetaucht“, E6 bis

- 15 En in „nicht eingetaucht“ und E5 in „teilweise eingetaucht“. Anschließend kann erforderlichenfalls noch eine Interpolation unter Verwendung des für die Elektrode E5 gemessenen Kapazitätswertes erfolgen, so daß der genaue Füllstand im Bereich der teilweise eingetauchten Elektrode E5 ermittelt werden kann.

- 20 In der Figur 3 ist ein Verlauf der gemessenen Kapazität gegen Masse über dem Füllstand dargestellt. Der Unterschied des Kapazitätswertes zwischen „nicht eingetauchtem“ und „eingetauchtem“ Zustand einer Elektrode E1 bis E5 beträgt im dargestellten Ausführungsbeispiel etwa 2 pF bei einer Grundkapazität von etwa 150 pF. Neben der geometrischen Elektrodenanordnung ist dieser Kapazitätsunterschied selbstverständlich vor allem abhängig von der Dielektrizitätszahl der Flüssigkeit und mithin bei polaren Flüssigkeiten wie Wasser größer als bei im wesentlichen unpolaren Flüssigkeiten wie Öl. Der Verlauf der Kapazitätsänderung ist bei allen

Elektroden aufgrund der symmetrischen Anordnung im wesentlichen identisch und geprägt von einem nahezu linearen mittleren Steigungsverlauf, dessen Anfang und Ende aufgrund von Randeffekten verrundet sind.

5

- Die Figur 4 zeigt in vergrößerter Darstellung das untere Ende des Trägers 6, der im dargestellten Ausführungsbeispiel als Flexleiterfolie aufgeführt ist, die in ein elektrisch isolierendes Rohr 16 eingebracht ist. Am unteren geschlossenen Ende weist das Rohr 16 einen elektrischen Steckanschluß 17 auf, für das elektrische Anschließen weiterer Sensoren, beispielsweise eines Viskositätssensors.

- Zur Erhöhung der Meßgenauigkeit bei vorgegebener Gesamtlänge des Füllstandssensors muß die Höhe h der Elektroden verringert werden.
- 15 Dadurch würde sich die Anzahl der Elektroden erhöhen, wodurch die Anzahl der Signalleitungen L₁ bis L_n und auch der Verschaltungsaufwand erhöht wäre.

- Die Figur 5 zeigt eine alternative Ausführungsform der
- 20 Elektrodenanordnung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung. Dabei sind fünf einzelne Elektroden E₁ bis E₅ in jeweils zwei Teilsegmente E_{1'}, E_{1''}, ... bis E_{5'}, E_{5''} aufgeteilt. Dadurch kommt es zu einer Erhöhung der Kapazität zwischen der jeweiligen Meßelektrode und dem Massepotential in mehreren Teilstufen, im dargestellten Ausführungsbeispiel in jeweils zwei Teilstufen. Die Interpolation im zweiten Schritt der Signalauswertung wird dadurch genauer.

Das dargestellte Ausführungsbeispiel zeigt insgesamt fünf Elektroden, die in jeweils zwei gleich große Segmente aufgeteilt sind. Denkbar ist jede andere

Aufteilung, beispielsweise auch vier Elektroden in je drei Teilelemente, sechs Elektroden in je vier Teilelemente usw. Die Anschlußleitungen der jeweiligen Teilelemente sind unmittelbar auf dem Träger 6 fest verdrahtet miteinander verbunden.

5

Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist nach wie vor die Elektrode E1 mit den beiden Teilelementen E1', E1'' mit einer einzigen Anschlußleitung L1 kontaktierbar. Die Teilelemente E1' und E1'' der ersten Elektrode sind unter Bildung einer ersten Elektrodengruppe fest verdrahtet zusammengeschaltet.

- 10 Diese Festverdrahtung der im Ausführungsbeispiel insgesamt fünf Elektrodengruppen erfolgt vorzugsweise sowohl hinsichtlich der Anzahl der in einer Gruppe zusammengefassten Elektroden als auch hinsichtlich der Relativposition der in einer Gruppe zusammengefassten Elektroden in Bezug auf die gesamte Elektrodenanordnung derart, daß die von der 15 Einrichtung 1 zum Ermitteln des Füllstandes 2 vorzunehmende Zuordnung des gemessenen Kapazitätswerts zu einem daraus resultierenden Füllstand 2 eindeutig ist, insbesondere Mehrdeutigkeiten vermieden sind.

- 20 Die Figur 6 zeigt den Verlauf der gemessenen Kapazität gegen Masse über dem Füllstand für die Ausführungsform der Fig. 5. Die Beobachtung einer aktuellen Erhöhung der Kapazität einer einzelnen Elektrode E1 bis E5 liefert in der Regel keine eindeutige Aussage über die Anzahl der eingetauchten Teilelemente E1' bis E5''. Es ist daher vorteilhaft, zunächst für alle Elektroden E1 bis En eine Klassifizierung in „eingetaucht“, „teilweise 25 eingetaucht“ und „nicht eingetaucht“ vorzunehmen. Dies erfolgt vorzugsweise dadurch, daß die Kapazitätswerte für „nicht eingetaucht“ bekannt sind oder vorab ermittelt und abgespeichert wurden. Nachdem eine Klassifizierung aller Elektroden stattgefunden hat, ist eine eindeutige Zuordnung der gemessenen Kapazitätswerte zu einem Füllstand 2 möglich.

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Vorrichtung (5) zur Kapazitätsmessung mit einer Elektrodenanordnung bestehend aus einer Vielzahl von nebeneinander und/oder
5 hintereinander auf einem Träger (6) angeordneten Elektroden (E1, E2, ..., En), einer eigentlichen Meßeinrichtung (8) zum Messen der Kapazität zwischen einer ersten Elektrode (E2) als Meßelektrode und einer zweiten Elektrode (E1) als Gegenelektrode, sowie einer steuerbaren Schalteinrichtung (7) zum vorgebbar schaltbaren
10 Verbinden der Elektroden (E1, E2, ..., En) als erste und zweite Elektroden (E2, E1) mit der Meßeinrichtung (8), dadurch gekennzeichnet, daß durch die Schalteinrichtung (7) gesteuert abwechselnd jede Elektrode (E1, E2, ..., En) der Elektrodenanordnung als Meßelektrode schaltbar ist und dabei jeweils mindestens eine der weiteren Elektroden (E1, E2, ..., En) als Gegenelektrode auf ein
15 vorgebares Bezugspotential schaltbar ist.
2. Vorrichtung (5) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das vorgebbare Bezugspotential das Massepotential der Meßeinrichtung
20 (8) ist.
3. Vorrichtung (5) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß alle Elektroden (E1, E2,..., En), die nicht als Meßelektrode geschaltet sind, als Gegenelektrode geschaltet und auf das Bezugspotential geschaltet sind.
25
4. Vorrichtung (5) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß alle Elektroden (E1, E2, ..., En) eine im wesentlichen identische Kontur und Fläche aufweisen.

5. Vorrichtung (5) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß alle Elektroden (E1, E2, ..., EN) im wesentlichen äquidistant angeordnet sind.
- 10 6. Vorrichtung (5) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere, vorzugsweise jeweils nicht unmittelbar benachbarte Elektroden (E1', E1"; E2', E2"; ...; En', En") zu jeweils einer Elektrodengruppe fest verdrahtet verschaltet sind, und daß durch die Schaltvorrichtung (7) gesteuert abwechselnd jede Elektrodengruppe als Meßelektrode schaltbar ist und dabei jeweils mindestens eine der weiteren Elektrodengruppen als Gegenelektrode auf ein vorgebbares Bezugspotential schaltbar ist.
- 15 7. Vorrichtung (5) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (E1, E2, ..., En) zusammen mit Anschlußleiterbahnen (14) auf dem Träger (6) in Dünn- oder Dickschichttechnik aufgebracht sind.
- 20 8. Vorrichtung (5) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung (5) eine Verbindungseinrichtung (17) zum Anschließen weiterer Sensoren (15) und/oder zum Verbinden mit der Schalteinrichtung (7) aufweist.
- 25 9. Vorrichtung (5) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die steuerbare Schalteinrichtung 7, die Meßeinrichtung 8 und vorzugsweise auch eine nachgeordnete Auswerteeinrichtung 9 in einem Mikrocontroller oder Mikroprozessor integriert sind.

10. Verfahren zur Kapazitätsmessung mit einer Elektrodenanordnung bestehend aus einer Vielzahl von nebeneinander und/oder hintereinander auf einem Träger (6) angeordneten Elektroden (E1, E2, ..., En), einer eigentlichen Meßeinrichtung (8) zum Messen der Kapazität zwischen einer ersten Elektrode (E2) als Meßelektrode und einer zweiten Elektrode (E1) als Gegenelektrode, sowie einer steuerbaren Schalteinrichtung (7), mittels der die Elektroden (E1, E2, ..., En) als erste und zweite Elektroden (E2, E1) mit der Meßeinrichtung (8) vorgebbar schaltbar verbunden werden, dadurch gekennzeichnet, daß durch die Schalteinrichtung (7) gesteuert abwechselnd jede Elektrode (E1, E2, ..., En) der Elektrodenanordnung als Meßelektrode geschaltet wird und dabei jeweils mindestens eine der weiteren Elektroden (E1, E2, ..., En) als Gegenelektrode auf ein vorgebares Bezugspotential geschaltet wird.
- 15 11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Schalteinrichtung von einem Mikroprozessor gemäß einem gespeicherten Steuerprogramm gesteuert wird.
- 20 12. Einrichtung (1) zum Ermitteln des Füllstandes (2) einer Flüssigkeit (3) in einem Behälter (4) mit einer Vorrichtung (5) nach einem der Ansprüche 1 bis 9 und einer der eigentlichen Meßeinrichtung (8) nachgeordneten Auswerteeinrichtung (9), die aus der von der Vorrichtung (5) gemessenen Kapazität durch Vergleich mit gespeicherten Referenzwerten den Füllstand (2) ermittelt.
- 25 13. Einrichtung (1) nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß auch die Flüssigkeit (3) und/oder mindestens Teile einer Wand des Behälters (4) auf das Bezugspotential geschaltet sind.

14. Einrichtung (1) nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet,
daß in der Vorrichtung (5) zur Kapazitätsmessung mehrere,
vorzugsweise jeweils nicht unmittelbar benachbarte Elektroden
5 (E1', E1"; ...; E5', E5") zu jeweils einer Elektrodengruppe fest
verdrahtet verschaltet sind, und daß durch die Schaltvorrichtung (7)
gesteuert abwechselnd jede Elektrodengruppe als Meßelektrode
schaltbar ist und dabei jeweils mindestens eine der weiteren
Elektrodengruppen als Gegenelektrode auf ein vorgebares
10 Bezugspotential schaltbar ist.
15. Einrichtung (1) nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch
gekennzeichnet, daß die Verschaltung der Elektrodengruppen sowohl
hinsichtlich der Anzahl der in einer Gruppe zusammengefaßten
15 Elektroden als auch hinsichtlich der Relativposition der in einer
Gruppe zusammengefaßten Elektroden in Bezug auf die gesamte
Elektrodenanordnung so erfolgt, daß die von der Einrichtung (1) zum
Ermitteln des Füllstandes (2) vorzunehmende Zuordnung des
gemessenen Kapazitätswerts zu einem daraus resultierenden Füllstand
20 (2) eindeutig ist.

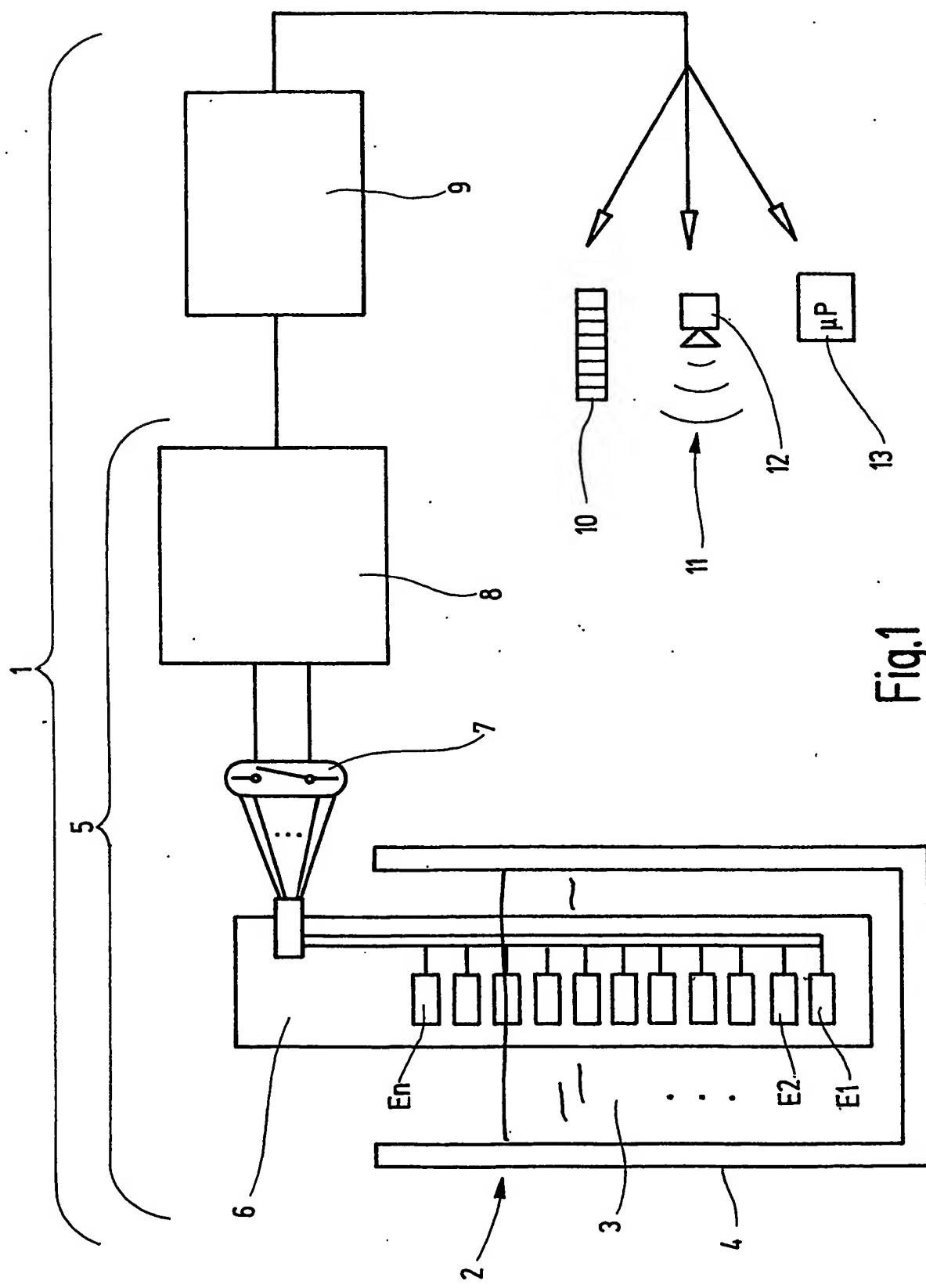


Fig.1

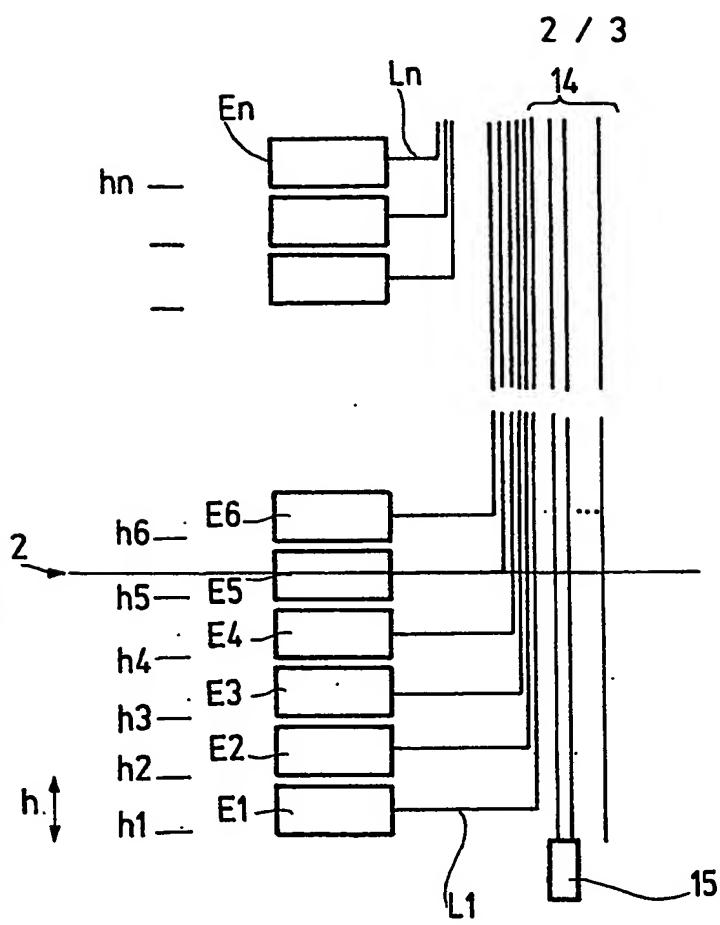


Fig.2

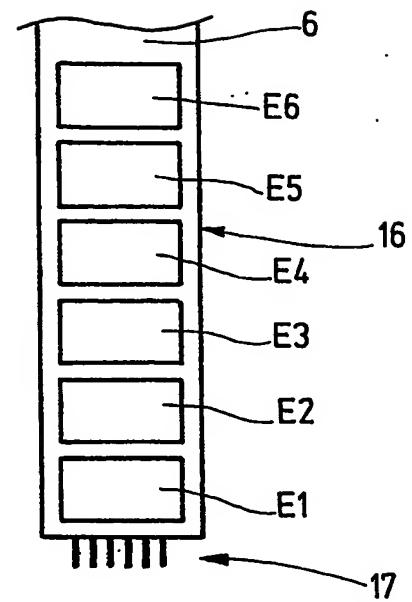


Fig.4

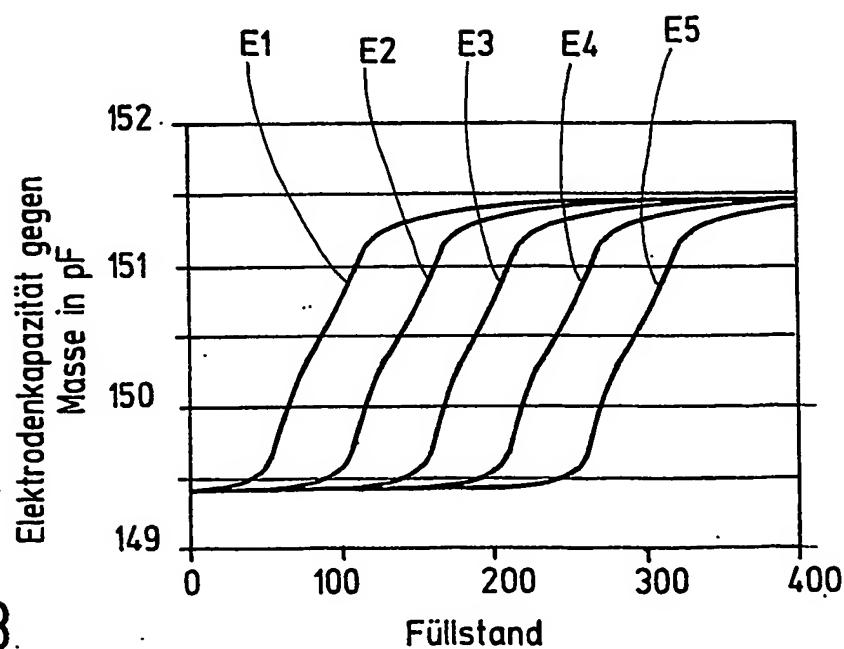


Fig.3

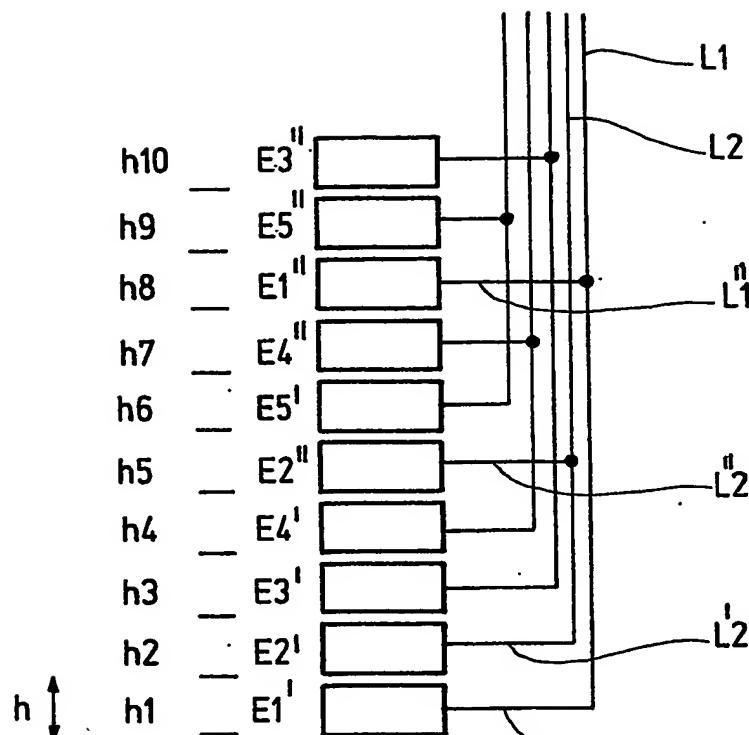


Fig.5

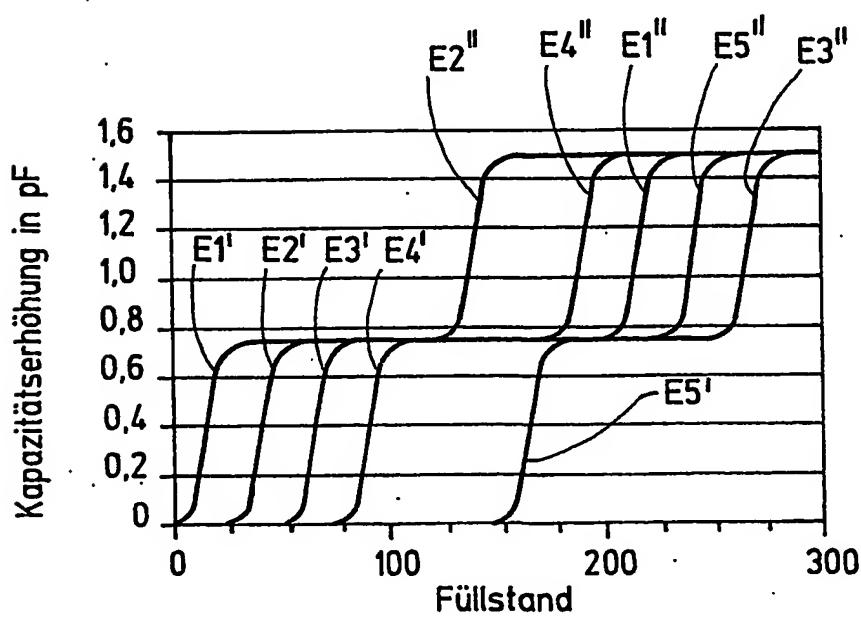


Fig.6

Z u s a m m e n f a s s u n g

1. Vorrichtung und Verfahren zur Kapazitätsmessung sowie Einrichtung zum Ermitteln des Füllstandes einer Flüssigkeit mit einer solchen
5 Vorrichtung
2. Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (5) zur Kapazitätsmessung mit einer Elektrodenanordnung bestehend aus einer Vielzahl von nebeneinander und/oder hintereinander auf einem Träger (6) angeordneten Elektroden (E₁, E₂, ..., E_n), einer eigentlichen Meßeinrichtung (8) zum Messen der Kapazität zwischen einer ersten Elektrode (E₂) als Meßelektrode und einer zweiten Elektrode (E₁) als Gegenelektrode, sowie einer steuerbaren Schalteinrichtung (7) zum vorgebbar schaltbaren Verbinden der Elektroden (E₁, E₂, ..., E_n) als erste und zweite Elektroden (E₂, E₁) mit der Meßeinrichtung (8), dadurch gekennzeichnet, daß durch die Schalteinrichtung (7) gesteuert abwechselnd jede Elektrode (E₁, E₂, ..., E_n) der Elektrodenanordnung als Meßelektrode schaltbar ist und dabei jeweils mindestens eine der weiteren Elektroden (E₁, E₂, ..., E_n) als
10 Gegenelektrode auf ein vorgebbares Bezugspotential schaltbar ist, sowie ein zugehöriges Verfahren und eine Einrichtung (1) zum Ermitteln des Füllstandes (2) einer Flüssigkeit (3) mit einer solchen
15 Vorrichtung (5).
- 20 25 3. Fig. 1.

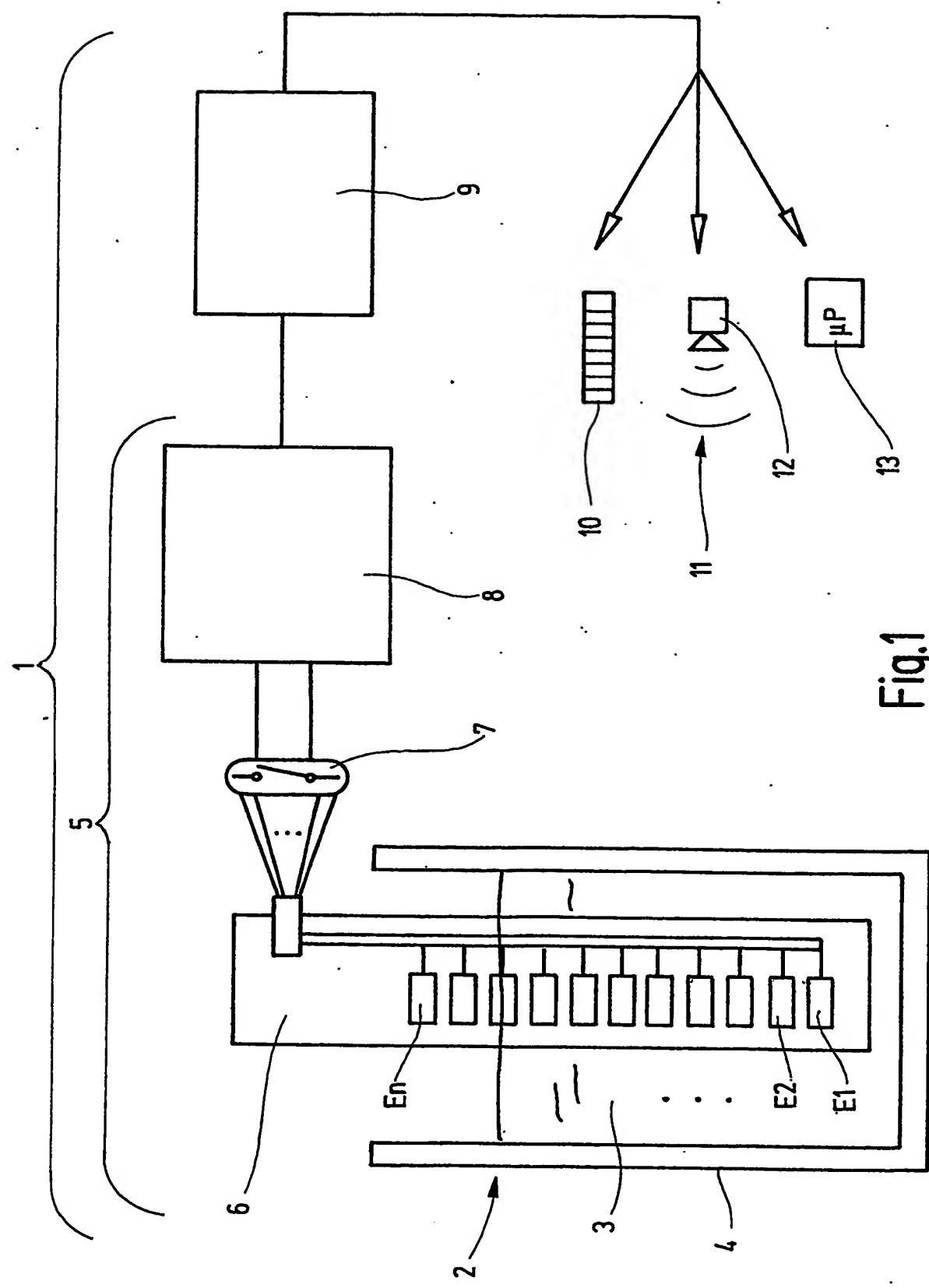


Fig.1